

# 基于人工智能的镁合金压铸模标准件快速检索及自动装配系统的研究

张艳琴

(郑州经贸学院 计算机与人工智能学院, 河南郑州 451191)

**摘要:** 人工智能是一门集认知、机器学习、情感识别、人类智能为一体的多学科交叉技术, 作者分析了目前镁合金压铸模标准件调用过程中存在的问题, 提出了基于人工智能管理的镁合金压铸模标准件快速检索与自动装配系统的开发理念, 构建了压铸模快速设计系统。以镁合金仪表盖为压铸模具的设计对象, 详细介绍了利用该系统设计镁合金压铸模具的过程。新的基于人工智能的镁合金压铸模标准件快速检索和自动装配系统效率更高, 软件操作更简单, 可以自我学习。随着设计系统的应用, 该系统将变得更加适用, 解决了设计师的思维过程无法跟上CAD软件的步伐的问题, 对设计高效快速的镁合金压铸模具有参考价值。

**关键词:** 人工智能; 镁合金; 压铸模; 机器学习; 专家系统

经过多年对镁合金压铸模设计CAD软件系统的研究, 以及与相关企业设计师的持续业务沟通, 我们逐渐发现镁合金压铸模具设计CAD软件体系中的一些瓶颈问题, 这也是相关企业模具设计师的“痛点”。首先, 很难显著提高压铸模设计的效率, 这并不是因为目前镁合金压铸模设计CAD软件系统不够智能, 而是设计师的设计思路跟不上CAD软件的步伐。简而言之, 在设计过程中, CAD软件不断地等待设计师的指令。其次, CAD软件很难完全兼容, 商业软件相互对抗, 形成壁垒。尽管大多数商业软件逐渐放开了源代码, 但这个问题目前仍然存在且没有太大变化。第三, 对设计师的要求很高, 设计师不仅要精通这些常用的商业软件, 还要在设计过程中过于繁琐的操作, 工作量仍然很大, 设计师仍然没有解放, 这将占用设计者大量的专业思考时间, 也导致设计门槛很高, 没有几年的设计经验很难胜任。第四, 国内压铸模设计系统大多为国外软件, 在使用这些软件时存在许多不便之处, 如不习惯操作过程、不理解操作命令等。针对上述“痛点”, 本文设计了基于人工智能管理的镁合金压铸模标准件快速检索和自动装配设计系统, 用知识记录压铸领域专家的经验并自主学习, 将有用的知识存储在知识库中供推理机使用, 然后结合人工智能技术, 特别是专家系统技术, 通过决策支持系统的智能化, 可有效解决上述四个“痛点”。还可以通过系统设计者不断的维护数据库, 快速检索到所需的标准零件, 并自动完成标准零件的组装, 让模具设计者有更多的时间专注于产品工艺设计和模具设计。实践证明, 采用新的设计系统, 完成一套压铸模设计时间由传统设计需要一个半月时间缩短为最多两天, 且设计质量大幅提高, 只需一次试模即可成功, 极大缩短了模具开发周期, 也相当于缩短了产品批量化生产周期, 企业产品更新很快, 既提升了产品竞争力和市场占有率, 也大大降低了企业生产成本。

## 作者简介:

张艳琴(1977-), 女, 副教授, 主要研究方向为大数据应用及人工智能。E-mail: 326790286@qq.com

中图分类号: TG146.2;  
TG249.2

文献标识码: A  
文章编号: 1001-4977(2024)  
04-0571-05

## 基金项目:

河南省高等高校重点科研资助项目(22B520033)。  
收稿日期:  
2023-04-07 收到初稿,  
2023-12-13 收到修订稿。

## 1 压铸件工艺分析

本次设计的压铸件为镁合金仪表盖, 如图1所示: 产品大小为52.6 mm × 48.8 mm × 12.4 mm, 产品平均壁厚3.5 mm, 产品材质为商用镁合金AZ91D, 收缩率0.8%, 质量19.5 g。其物理和力学性能为: 密度1.58 g/mm<sup>3</sup>, 固相线与液相线温度分别为538 °C



图1 仪表盖产品图

Fig. 1 Instrument cover product diagram

和593 ℃，抗拉强度320 MPa，屈服强度160 MPa，硬度HB80，剪切强度190 MPa，疲劳强度140 MPa。生产批量为100 000件，铸件要求无裂纹、疏松、气孔、冷隔等缺陷。

压铸用镁合金材料<sup>[1]</sup>的主要成分是镁，还含有许多其他元素。其最大的特点是密度低、硬度较高、弹性好、体积大、散热能力好、能够承受较大载荷。本次压铸件选用的镁合金材料<sup>[2]</sup>，相比其他类似材料具有更高的使用率和优异的工艺性能。镁合金的优点是密度比较小，并且具有较高的强度<sup>[3]</sup>和优异的铸造性能。压铸用镁合金材料表面处理后还具有良好的耐腐蚀性和耐磨性，电导率和热导率都很高<sup>[4]</sup>，且电磁屏蔽性较好，对各类仪器仪表类产品防干扰起到保护作用。为了保证压铸件的质量，兼顾生产效率，将模具设计为一模四腔。

## 2 压铸机选用

根据系统自带公式引导计算总锁模力为361.5 kN，再结合加工的镁合金产品，模具设计选用卧室冷室压铸机J1113G，该机的锁模力1 250 kN，压射力85~150 kN。

## 3 基于人工智能的镁合金压铸模标准件快速检索及自动装配系统

本文以UG NX7.0为CAD软件开发平台，在Visual Studio 2012开发环境中使用C#编程语言开发了一个基于人工智能技术的压铸模模具标准件调用系统，见图2。大数据是人工智能的先决条件，是推动人工智能提高识别率和准确率的核心因素。如何根据物联网和传感器、产品数据库以及专业技术人员的经验值构建一

个庞大的数据库，为人工智能应用提供有力的支撑，而且随着系统平台的使用，产生的数据量呈指数级增长，年增长率大幅提高。除了增加数量，数据的维度也得到了扩展。这些大量的高维数据使得数据库更加全面，更足以支撑人工智能在模具设计领域的应用。该系统采用C/S架构，利用 socket 通信技术实现客户端和服务器之间的文件传输。这有利于数据库的统一管理和维护，同时确保客户端数据量不会太大。下面，将通过具体的操作示例来介绍该系统的使用情况。

### 3.1 人工智能系统引导镁合金压铸模成形零件的生成

在UG NX7.0模具设计模块中，创建有三维零件数据库，该数据库包含相关国家或行业关于模具零件的标准件和自建的非标准件，机器学习使计算机能够自动学习和分析该大数据库，进而对模具设计专业人员的动作做出决策和预测，这背后的算法使人工智能成为可能。除了人工智能相关算法在语音识别、搜索引擎、语义分析和推荐系统等处理下，为专业人员决策时提供有效的引导，就像汽车导航一样，时时引导模具设计人员进行下一步动作。这些动作都在人工智能算法的推动下实时保存到数据库，会随着专业人员的使用取得不断地进步，并记录模具设计人员的有益做法以及优良习惯，为后续的使用提供方便，亦叫强化学习，为了防止对模具设计人员的错误做法进行强化学习，采用了奖励与惩罚机制，强化学习是一种通过与环境交互获得奖励，通过奖励水平判断动作质量，进而训练模型的方法。探索和开发在强化学习中的重要性是一个棘手的问题：为了获得更好的奖励，用户必须选择可能获得最高奖励的动作，但用户也必须发现未知的动作。强化学习的基础来源于行为心理学。1911年，桑代克提出了一个有效的法则：在一个让人或动物感到舒适的环境中，人或动物会不断强化这一行动。反之，如果一个人或一只动物感觉到不舒适时，人或动物会减少这个行动。也就是说，强化学习可以增强奖励行为，减弱惩罚行为。可以通过试错机制对模型进行训练，找到最佳的操作和行为，以获得最大的收益。这模仿了人类或动物的学习模式，需要引导智能体向某一方向学习，最终起到一种有益的成果导向。导入零件完成后进行模拟，优化设计方案，



图2 压铸模标准件调用系统

Fig. 2 Calling system for standard parts of die casting dies

在压铸模成形零件加工前,反复优化修改,最终生成图3的零件,这样有助于节约模具设计成本,提高模具设计成功率。整个浇注系统构建以及自动分离形成凸凹模都在系统引导性自动完成。由于系统设计是基于人工智能管理理念开发的,利用该系统模具设计越多,设计越好用,因自主学习,会变得越来越智能。系统引导成形零件三维可以直接导出零件的二维工程图,供给进行生产的厂家。生成零件后,保存压铸模标准库,等待自动调用。

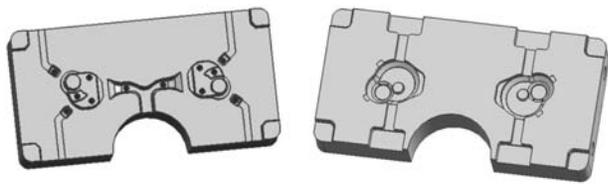


图3 成形零件  
Fig. 3 Formed parts

### 3.2 人工智能系统引导快速检索调用

上述压铸模成形零件生成后保存待调用,接着,启动UG工程环境中定位压铸模标准件调用系统的菜单项,点击打开程序。由于客户端连接到服务和初始化接口需要等待时间,如果在此期间程序没有响应,用户很容易误认为程序没有打开或出错,从而影响用户体验。为了避免这种情况,设计了一个系统启动界面,如图4所示。



图4 系统调用界面  
Fig. 4 System call interface

### 3.3 标准模架库调用

该人工智能快速检索系统是基于计算机识别和理解人类文本语言的能力,是计算机科学与人类语言学之间的交叉学科。自然语言最大的不同在于人类的思维是以语言为基础的,所以自然语言处理也代表了人工智能的一个目标。自然语言处理分为7个方向:语法语义分析、信息抽取、文本挖掘、信息检索、机器翻译、问答系统和对话系统,自然语言理解是一种利用自然语言与计算机进行交流的技术。处理自然语言的关键是让计算机“理解”自然语言,因此也被称为

计算语言学,它处于语言信息处理和人工智能的交叉点。作为机器,它首先收集声音信号。自然语言处理技术将声音信号转换为文本信号,并转换为文本的含义。然后,机器将声音转化为文字,将文字转化为意义。完成这两个过程后,机器就可以听懂和理解了。配备语音识别和语义理解技术的机器在不断学习中优化算法,使机器不仅能听,还能听懂,甚至能理解情感,使用人工智能引导快速检索系统,通过点击打开程序,可通过语音或关键词提示,通过人工智能引导检索,系统进入到标准模架调用系统,系统会出现对话框(图5),引导设计者在搜索框中输入搜索标准模架参数进行检索。

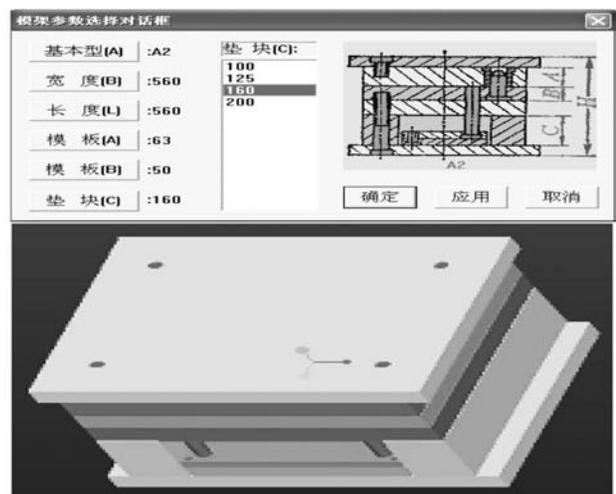


图5 标准模架调用系统  
Fig. 5 Standard mold base calling system

### 3.4 人工智能系统引导模具零件调用

如同调用压铸模标准模架一样,采用人工智能系统引导进入压铸模标准零件调用界面,该界面的背后也是一个包揽全球相关发达国家主流的模具标准零件,也包括中国正在使用的各种标准件。设计师可以在压铸模标准模架和自行安装好的模具凸凹模型腔的基础上,通过选择和使用标准零件库,系统将会出现各类标准零件的各种子菜单,在系统引导下分别进行参数点选。模具中所需的各类标准件如界面中所示的导柱导套、主流道衬套、支撑杆、各类推杆、复位杆、拉料干、限位钉、各型号内六角螺钉,各类圆柱销等等,如图6所示。为了方便设计者调用,在设计系统时对标准零件进行了分类查找,包括导向定位机构、脱模机构以及固定类标准等,通过选择各种模具零件,将它们组装到整套压铸模具上是非常直观和方便的。用户只需简单选择即可,轻松高效地设计压铸模具。

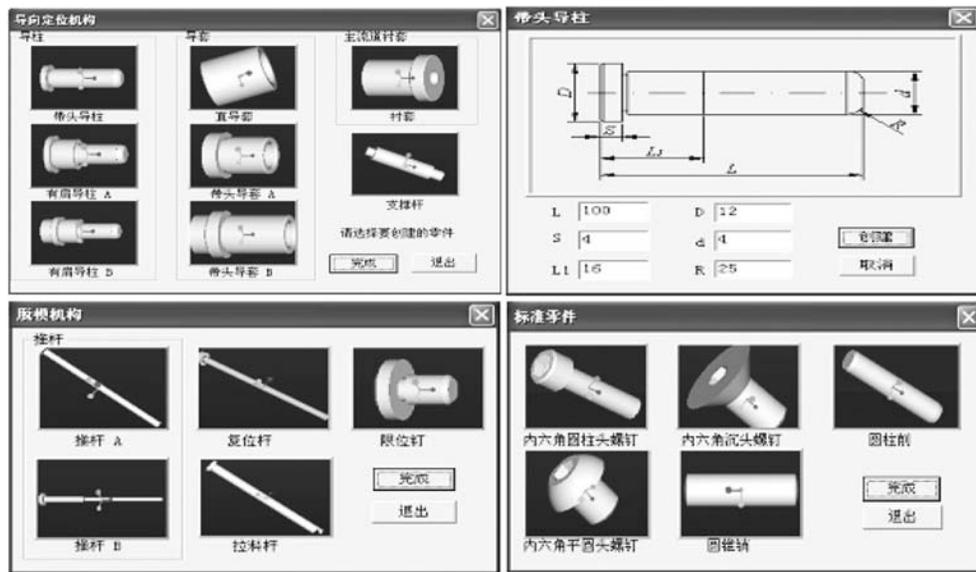


图6 压铸模各类标准零件

Fig. 6 Various standard parts of die-casting dies

### 3.5 人工智能系统引导自动装配图

本次设计的意图,通过成形零件、标准模架以及各类模具用标准零件的几种数据库的调用、算法的优化处理,组成模具设计专家系统。系统会自动安装一套镁合金压铸模模具,系统设计一键校核,可以对压铸机选择进行校核、对各类尺寸干涉进行校核等,反复进行校核和修改,等校核通过、正确无误后,把最终定型的压铸模整体装配图进行保存,如图7所示。在一键校核时,通过每个尺寸计算系统对每个零件进行验证,一旦满足所有验证条件,就可以进入下一个数字处理阶段。整个压铸模设计系统都来源于传统的压铸模手册以及有工作经验的老师傅,省去了各个零件的建模和手动验证,避免了大量的数据审查、数据计算和重复建模等重复和繁重的工作。这样可以解放设计者,让其有更多时间进行创新思维,极大减少了工

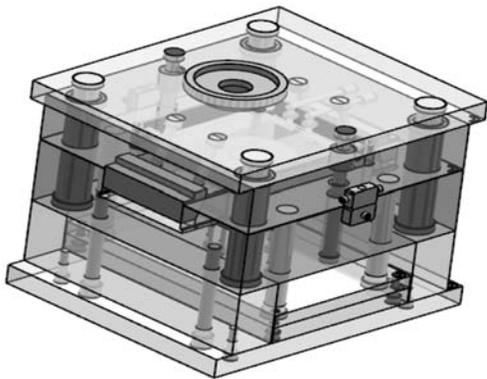


图7 模具总装图

Fig. 7 Mold assembly drawing

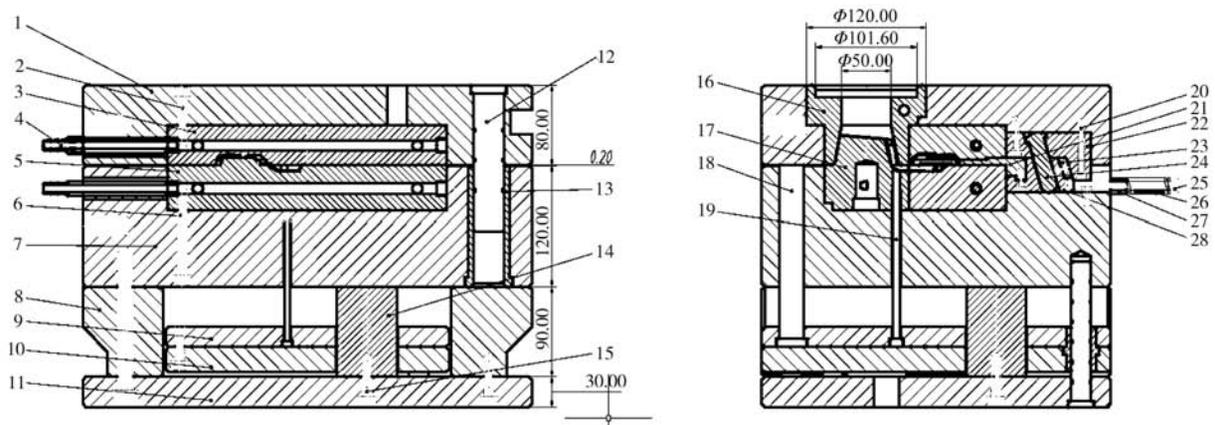
作量、节省了模具设计时间、缩短了模具设计周期,使工作更加高效。

### 3.6 人工智能系统引导工程图

压铸模具三维造型自动装配完成后,可以在人工智能系统引导性检查各种尺寸和装配情况,也可以使用一键校核来验证,防止压铸模具的安装或组装出现干涉现象,等检查无误后,可直接转换为整个模具的工程图,如图8所示。当然,也可以为每个零件生成工程图纸,以满足传统零件的加工需求。从装配图的工程图中可以发现,整个模具结构简单,运动可靠。为了实现四个侧向抽芯,设计了四个倾斜顶出器,如图8中24~25所示。整个模具型腔采用去镶块结构,可降低模具成本。

## 4 结束语

本文研究了基于人工智能引导下的镁合金压铸模标准件快速检索及自动装配实现系统的设计,重点尝试了人工智能技术在传统CAD软件设计领域的应用。人工智能是一门涉及信息、逻辑、认知、思维、系统、生物等多学科的交叉学科。它已被用于知识处理、模式识别、机器学习、自然语言处理等领域。目前已经在自动编程、专家系统、知识系统、智能机器人等多个领域实现了应用。人工智能不仅需要逻辑思维和模仿,情感也是其中不可或缺的一部分。人工智能领域的下一个突破不仅可以赋予计算机更多的逻辑推理能力,还可以赋予其情感能力,机器的智能可能



1. 定模板 2. 内六角螺钉 3. 定模型腔 4. 管接头; 5. 动模型芯 6. 内六角螺钉 7. 动模板 8. 垫块 9. 推板固定板 10. 推板 11. 动模座板 12. 导柱 13. 导套 14. 推板导柱 15. 销钉; 16. 浇口套 17. 型芯 18. 复位杆 19. 推杆 20. 内六角螺钉 21. 斜滑块 22. 定模板 23. 定位块 24. 斜导柱 25. 定位螺距 26. 定位器 27. 挡块 28. 定距螺钉

图8 二维工程图

Fig. 8 2D engineering drawing

很快就会超越人类, 人工智能的前景与发展、核心技术、适用场景和面临的挑战。本文对现有的人工智能技术研究和传统的设计领域融合进行了一些探索, 使镁合金压铸模设计过程更加有效, 不仅可以保证模具

设计的规范化和标准化, 同时提高设计质量, 还可以极大地节省设计师的工作时间, 使他们能够将更多的精力集中在创造性的模具设计工作上, 从而提高工作效率, 缩短模具设计周期, 增强企业的整体竞争力。

#### 参考文献:

- [1] 张笙辉, 冀辉, 李胜君, 等. ZM6镁合金薄壁油管类铸件冷隔缺陷的消除研究 [J]. 铸造, 2023, 72 (1): 89-91.
- [2] 张占领, 张艳琴, 郭怀宫. 高效率镁合金轮毂压铸件大批量化生产工艺研究 [J]. 铸造, 2022, 71 (6): 694-697.
- [3] 崔晓鹏, 张艳新, 刘海峰, 等. 乘用车镁合金座椅靠背的开发与应用 [J]. 铸造, 2022, 71 (5): 637-644.
- [4] 郭俊卿, 樊翠林, 陈拂晓. 镁合金汽车轮毂低压铸造工艺进展 [J]. 铸造, 2021, 70 (6): 639-645.

## Research on Rapid Retrieval and Automatic Assembly System for Magnesium Alloy Die Casting Die Standard Parts Based on Artificial Intelligence

ZHANG Yan-qin

(College of Computer and Artificial Intelligence, Zhengzhou University of Economics and Business, Zhengzhou 451191, Henan, China)

#### Abstract:

Artificial intelligence is a multidisciplinary interdisciplinary technology that integrates cognition, machine learning, emotion recognition, and human intelligence. The author analyzed the problems in the current process of calling standard parts for magnesium alloy die-casting molds, proposed the development concept of a rapid retrieval and automatic assembly system for magnesium alloy die-casting mold standard parts based on artificial intelligence management, and constructed a rapid design system for die-casting molds. The process of designing magnesium alloy die-casting dies using this system was introduced in detail, with the magnesium alloy instrument cover as the design object. The new artificial intelligence based rapid retrieval and automatic assembly system for magnesium alloy die-casting mold standard parts has higher efficiency, simpler software operation, and self-learning capabilities. With the application of design systems, they will become very useful, solving the problem of designers' thinking processes being unable to keep up with the pace of CAD software. It has reference value for designing efficient and fast magnesium alloy die-casting molds.

#### Key words:

artificial intelligence; magnesium alloys; die casting die; machine learning; expert system